SVEUČILIŠTE U RIJECI

Fakultet informatike i digitalnih tehnologija

Diplomski sveučilišni studij informatike

**KRATKI IZVJEŠTAJ O PRVOM EKPERIMENTALNOM RADU**

EKSPERIMENTALNI RAD IZ KOLEGIJA RAČUNALNI VID

**Mentori: Prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos**

**mag. Inf. Kristina Host**

**Autori: Duje Vidas, Tim Jerić**

# Uvod

Cilj ovog zadatka bio je osmisliti inovativan način za izbjegavanje sudara brodova sa santama leda, pri čemu se naglasak stavio na razvoj sustava koji može ranije detektirati sante leda i upozoriti posadu. U okviru ovog projekta implementirane su, trenirane i evaluirane tri jednostavne konvolucijske neuronske mreže (CNN) za klasifikaciju slika santi leda i brodova. Krajnji cilj bio je identificirati model s najboljim performansama na validacijskom skupu podataka, čime bi se doprinijelo razvoju učinkovitih alata za prevenciju nesreća.

# Učitavanje i analiza podataka

Podaci za treniranje i validaciju učitani su iz *.npz* datoteke ([*input\_data.npz*](https://www.kaggle.com/datasets/saurabhbagchi/ship-and-iceberg-images/data)). Datoteka sadrži sljedeće elemente:

* **X\_train** i **Y\_train**: podaci za treniranje
* **X\_validation** i **Y\_validation**: podaci za validaciju

Kako bi se osigurala odgovarajuća evaluacija, skup podataka za treniranje podijeljen je na novi **train** i **test** skup pomoću funkcionalnosti iz skripte.

**Karakteristike podataka nakon analize i podjele:**

* Dimenzije slika: 75×75×3 (RGB format)
* Broj uzoraka:
  + **Trening skup (X\_train, Y\_train)**: Ažurirani skup podataka nakon podjele
  + **Test skup (X\_test, Y\_test)**: 1000 uzoraka (500 brodova i 500 santi leda)
  + **Validacijski skup (X\_validation, Y\_validation)**: 100 uzoraka

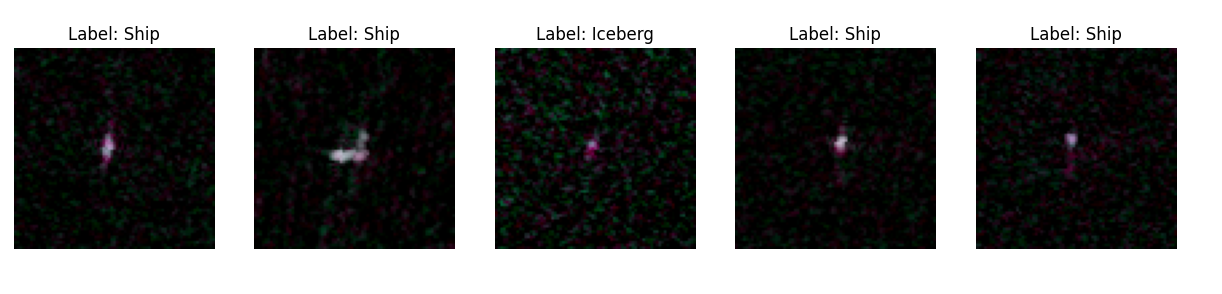
**Distribucija klasa:**

* **Trening podaci (X\_train)**: Ravnomjerno raspoređeni preostali uzorci nakon izdvajanja testnog skupa.
* **Test podaci (X\_test)**: 500 brodova i 500 santi leda (uravnotežen skup).
* **Validacijski podaci (X\_validation)**: 51 brod i 49 santi leda (gotovo uravnoteženo).

**Dodatna analiza:**

* Nedostajuće vrijednosti: Nije pronađeno NaN vrijednosti.

Prikazano je nekoliko uzoraka slika s pripadajućim oznakama za vizualnu provjeru kvalitete podataka.



# Implementacija CNN modela

Razvijene su četiri verzije CNN modela, svaka s različitim razinama složenosti:

**SimpleCNN\_v1:**

* **Slojevi:** Jedan konvolucijski sloj s 8 filtera, kernel veličine 3×3.
* **Aktivacija:** ReLU
* **Pooling:** MaxPooling (2×2)
* **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 32 neurona i izlazni sloj s 2 neurona (za binarnu klasifikaciju).

**SimpleCNN\_v2:**

* **Slojevi:** Dva konvolucijska sloja s 32 i 64 filtera, oba kernela veličine 3×3.
* **Aktivacija:** ReLU
* **Pooling:** MaxPooling (2×2) nakon svakog konvolucijskog sloja.
* **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 128 neurona i izlazni sloj s 2 neurona.

**SimpleCNN\_v3:**

* **Slojevi:** Tri konvolucijska sloja s 32, 64 i 128 filtera.
* **Aktivacija:** ReLU
* **Pooling:** MaxPooling (2×2) nakon svakog konvolucijskog sloja.
* **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 128 neurona i izlazni sloj s 2 neurona.

**SimpleCNN\_v4:**

* **Slojevi:** Tri konvolucijska sloja s 32, 64 i 128 filtera.
* **Aktivacija:** ReLU
* **Pooling:** MaxPooling (2×2) nakon svakog konvolucijskog sloja.
* **Regularizacija:** Dropout sloj s vjerojatnošću 0.3 za sprječavanje pretreniranosti.
* **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 128 neurona i izlazni sloj s 2 neurona.

# Treniranje i validacija modela

Svi modeli trenirani su korištenjem skripte **train.py**, koja podržava:

* **Treniranje pojedinačnih modela** (v1, v2, v3, v4).
* **Treniranje svih modela odjednom**.

**Postavke treniranja:**

* **Optimizator:** Adam
* **Funkcija gubitka:** *CrossEntropyLoss*
* **Broj epoha:** Maksimalno 1000 (s ranim zaustavljanjem)
* **Rano zaustavljanje:** Aktivira se ako gubitak na validacijskom skupu ne pokazuje poboljšanje kroz 3 uzastopne epohe.
* **Metode evaluacije:** Točnost (Accuracy), Preciznost (Precision), Odziv (Recall), F1 score

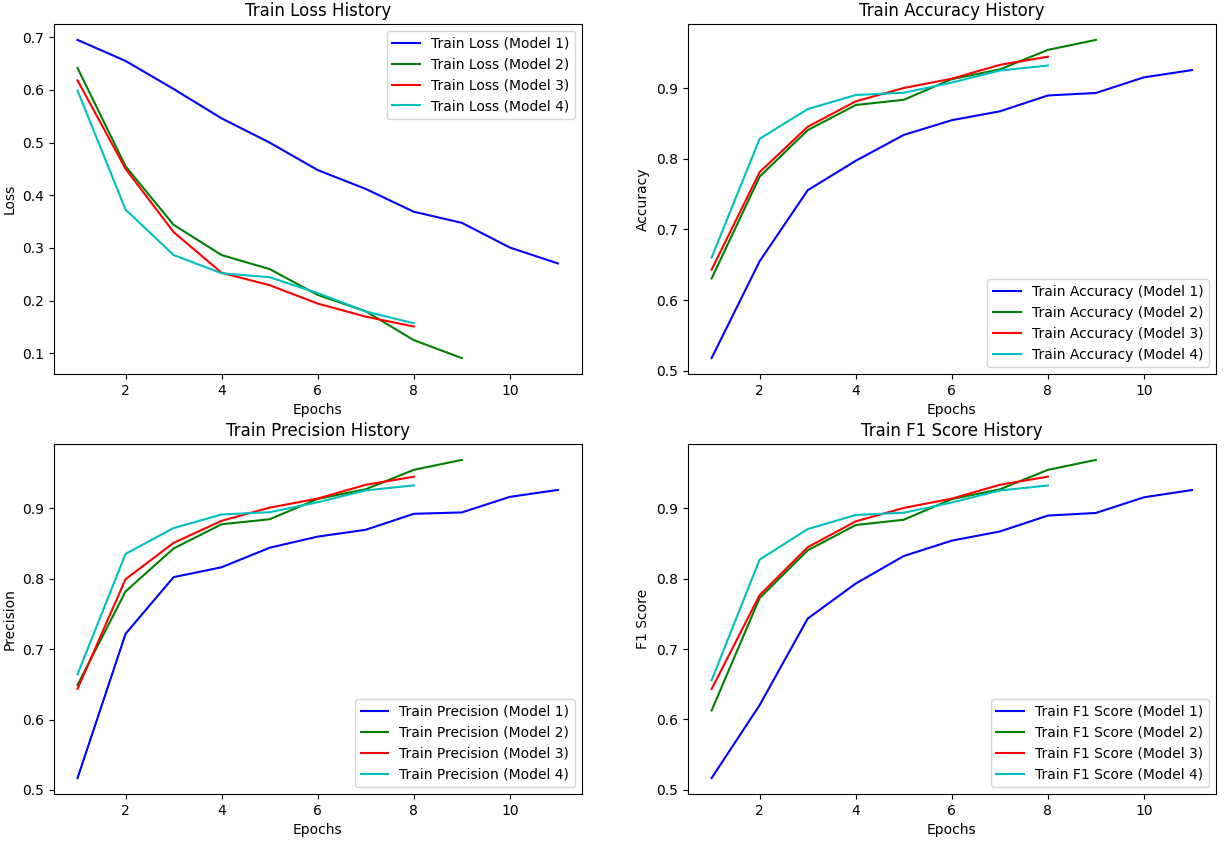
Rezultati treniranja pohranjeni su u JSON datoteke (training\_history\_model\_v1.json, itd.), dok su težine modela spremljene u .pth formate.

# Vizualizacija i analiza metrike

Uz detaljne grafove za metrike treninga i validacije, implementirala se i funkcionalnost za prikaz pojedinačnih slika iz validacijskog skupa s predikcijama modela.

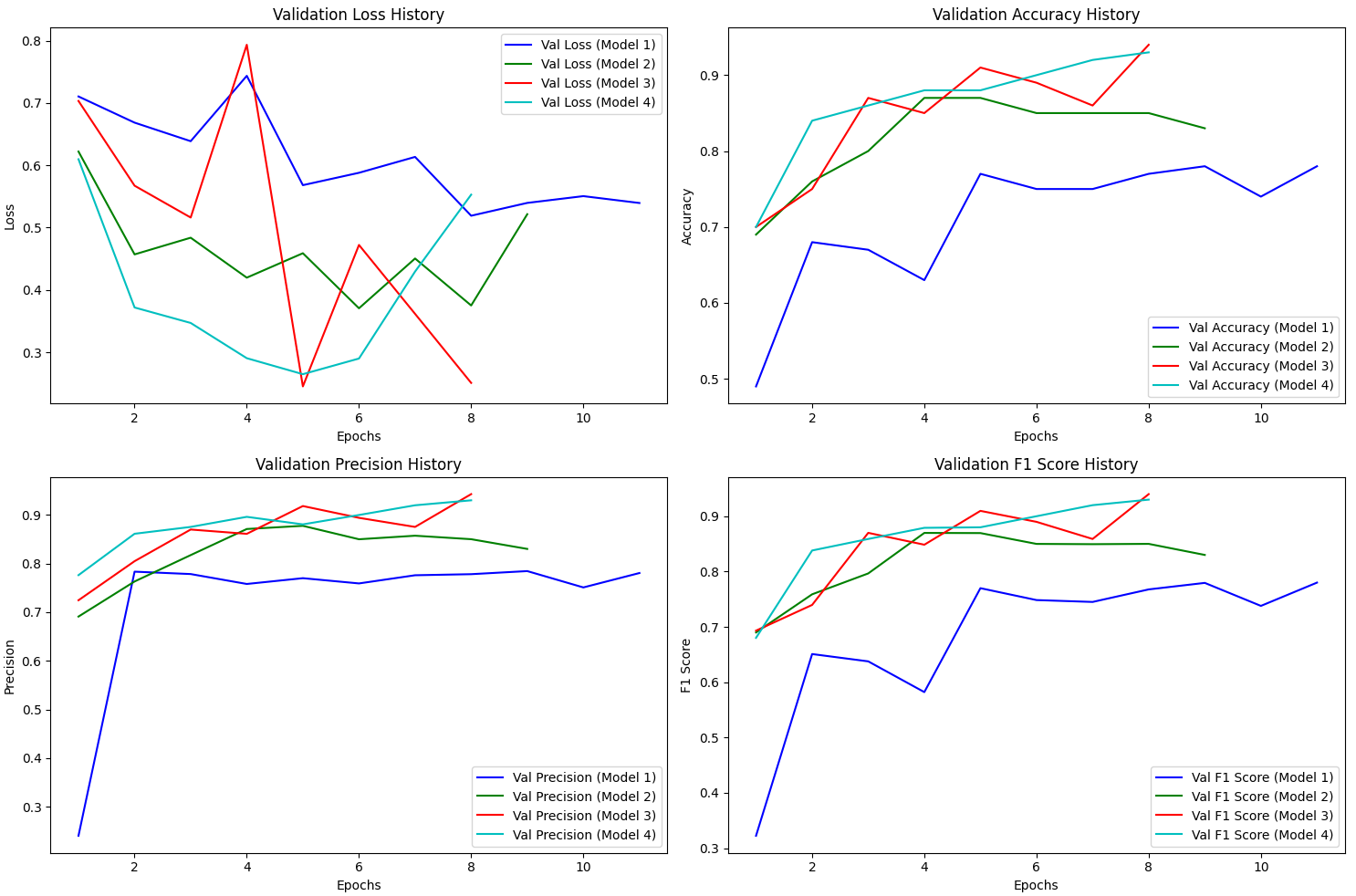
**Trening metrike:**

1. **Gubitak:** Svi modeli pokazuju konstantno smanjenje gubitka kroz epohe. Model v2 postiže najniži trening gubitak, što ukazuje na njegovu visoku sposobnost učenja.
2. **Točnost:** Sva četiri modela pokazuju stalan rast točnosti, pri čemu Model v2 dominira u završnim epohama s najvišom točnošću.
3. **Preciznost i F1 score:** Oba pokazatelja značajno rastu tijekom treninga, a Model v2 ima najbolje performanse na trening podacima.



**Validacijske metrike:**

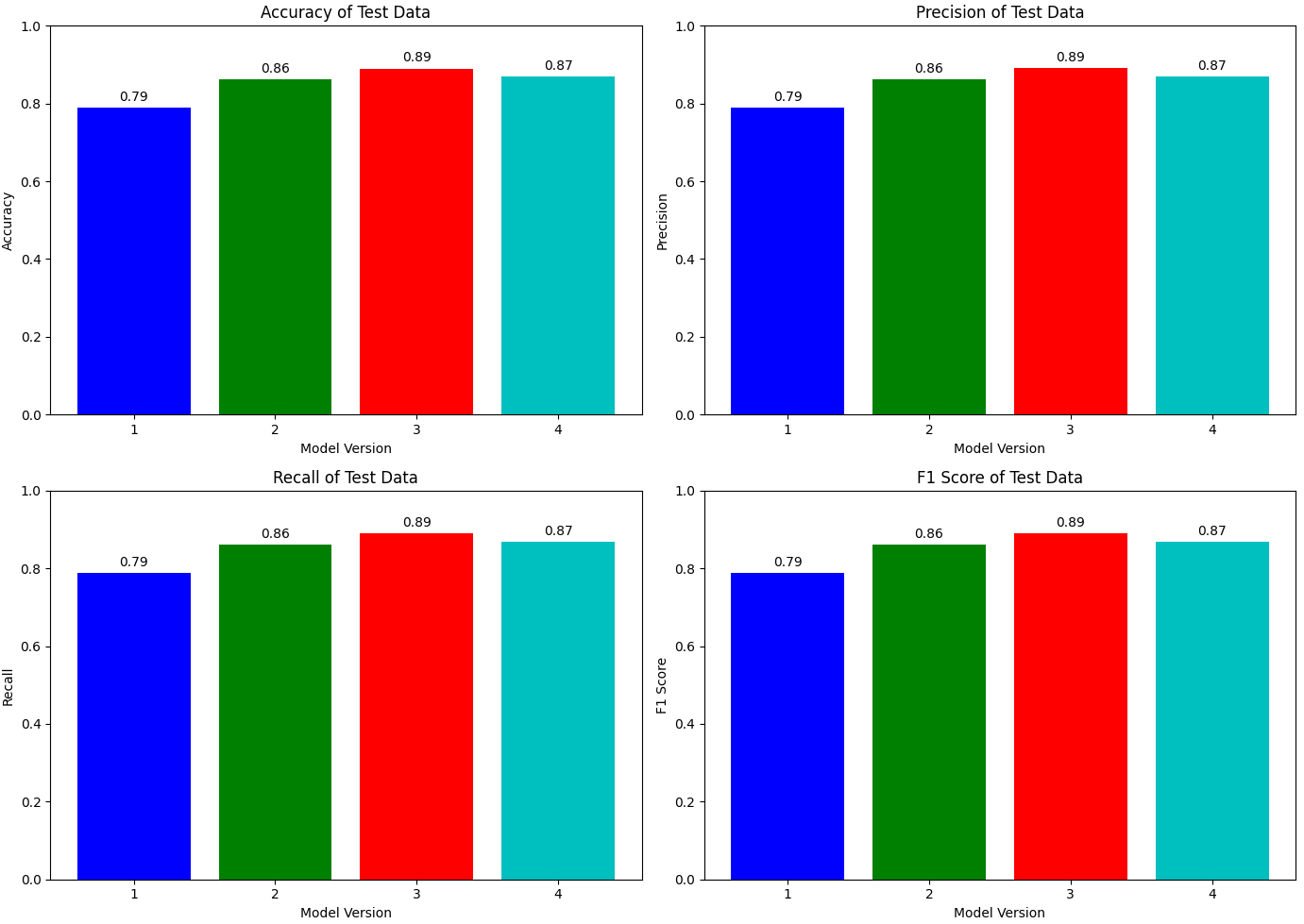
1. **Gubitak:** Validacijski gubitak kod Modela v3 pokazuje najmanju vrijednost, dok Model v4 ima oscilacije, što ukazuje na mogući problem s prekomjernim učenjem kod Modela v4.
2. **Točnost:** Točnost na validacijskom skupu raste za sve modele tijekom epoha. Model v3 postiže najvišu točnost, dok Model v1 zaostaje. Model v2 i model v4 pokazuju promjene nakon 5. epohe, što može ukazivati na mogući problem s pretreniranjem ili fluktuacijama u performansama.
3. **Preciznost i F1 score:** Model v3 nadmašuje druge modele u ovim pokazateljima, što potvrđuje njegovu preciznost u klasifikaciji brodova i santi leda, no Model v4 je dosta blizu.



**Test metrike**

Rezultati na testnom skupu za sve modele prikazani su u obliku bar grafova:

1. **Točnost:**
   * Model v4 i Model v3 ostvaruju najvišu točnost (~0.87 - 0.89), dok Model v1 ima najslabiji rezultat (0.79).
2. **Preciznost, Odziv i F1 score:**
   * Model v4 i Model v3 pokazuju najbolje performanse u svim metrikama, dok Model v1 zaostaje.



**Prikaz slika i predikcija:**

Kako bi se dodatno evaluirale performanse modela, implementirana je funkcija *display\_predictions*, koja nasumično odabire slike iz validacijskog skupa i prikazuje njihove stvarne i predviđene oznake.

**Model v1 - Predikcije:**

* Slike za Model v1 pokazuju ograničene performanse s nekoliko netočnih predikcija.
* Primjeri uključuju situacije gdje je „Iceberg“ (santa leda) pogrešno klasificiran kao „Ship“ (brod) i obrnuto.
* Model uspijeva točno klasificirati jednostavnije uzorke, ali ima problema s kompleksnijim ili šumnim slikama.

**Model v2 - Predikcije:**

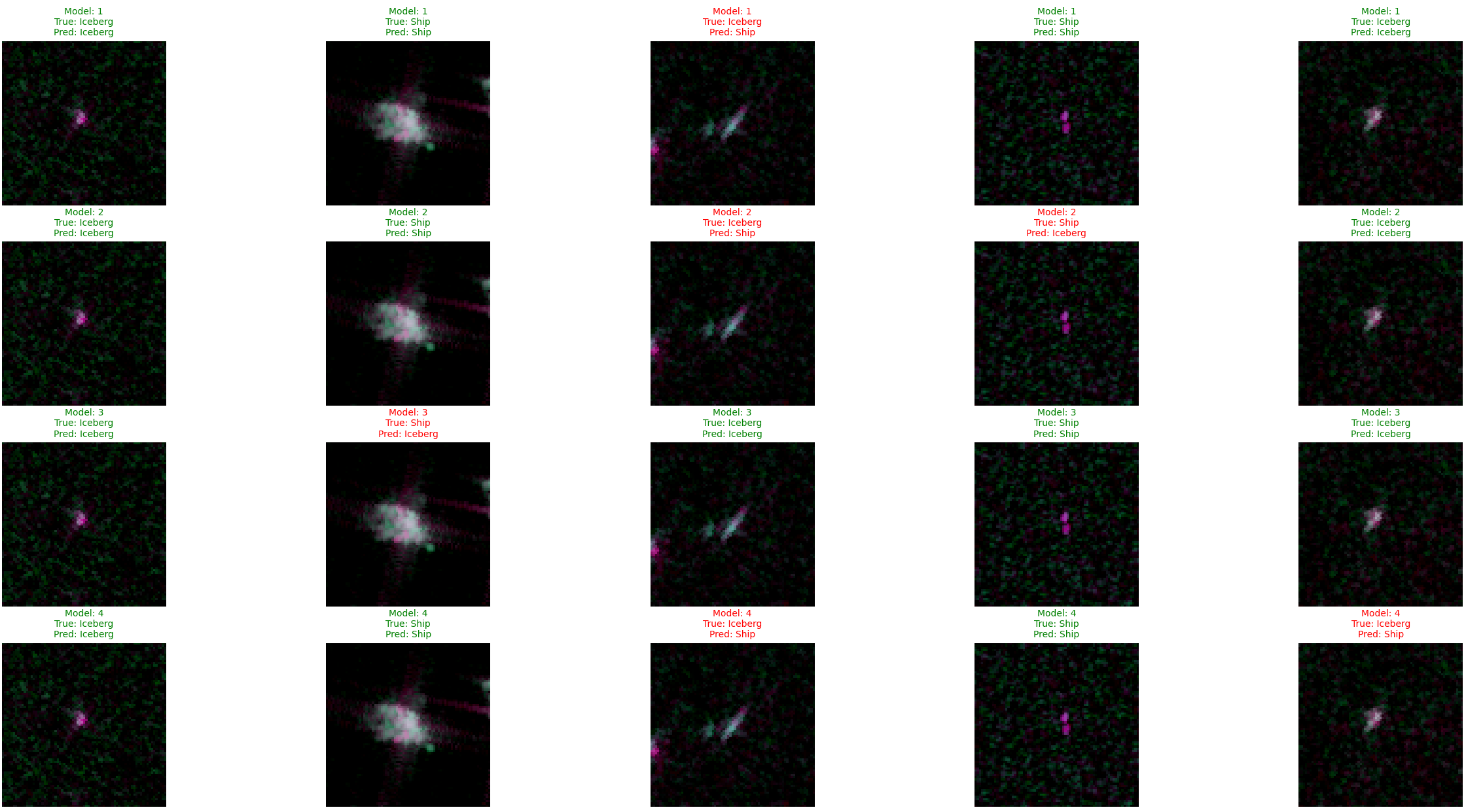
* Performanse Modela v2 pokazuju vidljiva poboljšanja u usporedbi s Modelom v1.
* Iako su netočnosti još uvijek prisutne, uglavnom se odnose na slike s visokim nivoom šuma.
* Ovaj model točnije prepoznaje većinu primjera, ali nije potpuno precizan u složenijim scenarijima.

**Model v3 - Predikcije:**

* Model v3 pokazuje najbolju točnost i pouzdanost među svim verzijama.
* Većina predikcija je ispravna, s vrlo rijetkim greškama.
* Stabilnost i robusnost Modela v3 potvrđene su uspješnim klasificiranjem čak i izazovnijih slika s pozadinskim šumom.

**Model v4 - Predikcije:**

* Iako Model v4 donosi dodatne prilagodbe, njegove performanse su na sličnom ili blago poboljšanom nivou u usporedbi s Modelom v3.
* Netipične greške su rjeđe, ali prisutne, primjerice, pogrešna klasifikacija „Ship“ u „Iceberg“.
* Model je dobro optimiziran za većinu slučajeva, ali postoji prostor za dodatna poboljšanja na specifičnim uzorcima.



# Zaključak

**Model 3 pokazuje najbolje performanse** i na skupu za treniranje i na skupu za validaciju, s najnižim gubitkom, najvišom točnošću, preciznošću i F1 rezultatom, što ukazuje na dobru generalizaciju. **Model 2 je vrlo dobar na skupu za treniranje**, ali pokazuje nestabilnost na validacijskom skupu nakon nekoliko epoha, što može biti znak pretreniranosti. **Model 1 ima najslabije performanse** u svim metrikama, ali stabilno napreduje kroz epohe. Zbog toga je **Model 3 najbolji izbor za generalizaciju na novim podacima**, dok bi Model 2 zahtijevao dodatnu provjeru kako bi se izbjegla pretreniranost.